Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 18, No. 2 pp. 158-167, 2017

https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.2.158
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

국방 R&D기술 등급평가 방법론 개발 연구

정유진, 김준영, 정태윤*
국방기술품질원

The Study on Development of R&D Technology Rating Methodology in the Defense Area

You-Jin Jung, Joon-Young Kim, Tae-Yun Joung*
Defense Agency for Technology and Quality

요 약 본 논문에서는 국방 R&D기술 평가에 적용 가능한 기술등급평가 방법론을 제시하였다. 국방 R&D기술 등급평가를 위해서 첫째, 다중회귀분석을 활용한 기술료수입 예측 모델을 설계하여 기술수익지수가 도출되도록 하였다. 모델을 통해 예측된 기술료수입이 커질수록 기술수익지수도 커진다. 둘째, 계층분석방법을 이용하여 기술에 대한 전문가 의견을 다각적으로 반영하는 기술력평가지수가 산출되도록 하였다. 기술력평가지수 평가항목 개발을 위해 델파이기법을 사용하여 전문가 의견을 종합하였고, 요인분석 및 AHP를 사용하여 평가항목을 구조화하였다. 마지막으로 기술수익지수와 기술력평가지수의 가중평균의 크기에 따라 적절한 기술 등급이 도출되도록 하였다. 각 지수별 가중치는 전문가 의견을 종합하여 설정하였다. 본 연구를 통해 개발된 국방 R&D기술 등급평가 방법론은 국방기술을 등급으로 평가가능하게 한 최초의 방법론이다. 다른 분야와 마찬가지로 국방 분야에서도 기술의 연구개발 초기단계에는 불확실성이 크기 때문에 화폐단위로 표시되는 가치평가결과의 정확성이 매우 떨어진다. 따라서 특히 실무적인 관점에서 볼 때 R&D기술 부문에서는 기술등급평가 기법이 긴요할 것으로 판단된다. 본 방법론을 실무에 적용하게 되면, 국방 연구개발 관련 정책담당자에게 과학적이고 정량적인 기술의 가치 판단 기준을 제공하여 효율적인 R&D예산 배분에 기여할 수 있으며, 국방 R&D분야의 기술이전 활성화 업무에도 활용할 수 있을 것이라 판단된다.

Abstract This paper presents the technology rating methodology that is applicable to defense R&D technology. First, a technology profitability index was developed using multiple regression analysis to forecast the revenue from technology transfer. Secondly, the technology evaluation index was derived using hierarchical analysis with expert opinion. Finally, the weighted average of the technology profitability index and technology evaluation index were calculated to derive the technology rating. This study is significant in that it is first attempt to evaluate defense R&D technology by rating. If the defense R&D technology rating methodology is applied in practice, it can contribute to efficient R&D budget allocation. In addition, it will help in the vitalization of technology transfer in the defense R&D sector.

Keywords : Defense Technology, Defense Technology Valuation, R&D, Technology Rating Methodology, Technology Valuation

1. 서론

현대사회는 인류 역사상 그 어느 때보다 빠른 속도로 발전하고 있으며, 이러한 급격한 발전은 기술혁신을 통해 이루어져왔다. 이에 따라 기술혁신을 통해 신기술을 개발하고 보급·확산함으로써 기업과 산업, 나아가 국가

*Corresponding Author : Tae-Yun Joung(Defense Agency for Technology and Quality)
Tel: +82-55-751-5630 email: jty205@dtaq.re.kr
Received October 4, 2016 Revised (1st November 25, 2016, 2nd January 11, 2017)
Accepted February 3, 2017 Published February 28, 2017

의 발전을 도모하려는 기술경쟁이 가속화되고 있다. 국방기술 역시도 빠른 속도로 발전하며 다양화, 첨단화되고 있다. 이러한 상황에서 2014년 국방부는 '세계적 수준의 국방과학기술로 선진강군·창조경제 구현'이라는 비전을 내걸었고, 이를 실현하기 위해 국방과학기술 역량을 오는 2018년에는 세계 9위 수준, 2028년에는 세계 8위 수준으로 강화한다는 중장기 목표를 설정했다[1]. 2013년 기준 우리나라의 국방과학기술 수준은 세계 10위로[2], 상기 목표를 달성하기 위해서는 다양한 방면에서 노력이 필요할 것이라 예상되며 이에 따라 국방기술 평가의 역할 역시 중요해질 것이라 판단된다. 과학적인 국방기술의 평가를 통해 핵심기술 조기 발굴 및 효율적·효과적인 국방 R&D예산 배분이 가능해진다. 또한 체계적인 방법으로 기술을 평가한 결과를 활용하여 공정한 기술거래가 이루어지도록 한다면 방산시장에도 긍정적 영향을 줄 수 있다. 즉, 기술평가를 통한 국방 분야 핵심기술에 대한 효과적 투자 및 기술시장 활성화는 국방기술의 발전으로 이어질 수 있다.

국방기술의 평가와 관련하여 지금까지 다양한 연구가 이루어져왔다. 국방기술의 가치평가와 관련하여 경제적 가치와 공익적 가치를 합산하는 방식의 국방기술가치평가방법론[3]이 제시되었고, 국방사업의 평가와 관련해서 국방핵심기술 연구개발과제의 선정을 위한 방법론 및 관련 평가지표 개발 연구들이 지속적으로 수행되었다[4-6]. 절충교역 분야에서는 절충교역 기술가치평가 방법론 개발 및 개선 연구[7-9]가 이루어져 실무에 적용되었다.

국방기술의 평가와 관련하여 상기와 같은 다양한 연구들이 진행되었었지만, 국방 R&D기술을 등급으로 평가하려는 연구는 수행되지 않았다. 다른 여러 분야에서와 마찬가지로 국방 분야에서도 연구개발 초기단계에는 불확실성이 매우 크기 때문에 화폐 단위로 표시되는 가치평가결과의 정확성이 매우 떨어진다. 따라서 특히 실무적인 관점에서 볼 때 R&D기술 부문에서는 직관적이고도 과학적인 기술등급평가 기법이 긴요할 것으로 판단된다. 본 연구로 개발된 국방 R&D기술 등급평가 방법론을 적용하게 되면 핵심기술 조기 발굴 및 효율적인 R&D예산 배분에 기여할 수 있으며, 국방 R&D분야의 기술이전 활성화 업무에도 활용할 수 있을 것이라 판단된다.

2. 연구문헌 및 사례 조사

2.1 기술등급평가

사회의 여러 분야에서 기술등급평가가 이루어지고 있다. 개별기술 등급평가 방법으로는 평점법, 비교평가법, 전문가 심사법, 델파이법 등과 이외에 무수히 많은 기법들이 활용되고 있다. 등급평가를 위한 항목은 평가목적에 따라 항목 수 및 내용에서 차이가 생기며, 항목 간 배점과 가중치 등도 임의적으로 택하는 것이 일반적이다[10]. 평가항목의 구성에 있어서도 정량적 지표와 정성적 지표를 적절하게 혼합한 모델을 사용하는 경향이 많다[10]. 국내의 기술평가기관에서는 대체로 기술성과 사업성을 동시에 평가하는 경향이 많은데, 기술성의 경우 기술수준, 기술의 활용성 등으로 구성되고 사업성은 기술의 시장성, 제품생산 가능성 등으로 구성된다.

2.2 기술등급평가 적용 연구 및 사례

사회의 여러 분야에서 기술등급평가 방법론이 연구·개발되고 있으며, 실무에 적용되어 유용하게 활용되고 있는 경우도 많다.

박종오[10]는 기술의 권리적 측면, 경제적 측면, 환경적 측면 등 세 가지 항목으로 구성된 기술등급평가모델을 제시하고, 이를 적용한 실제 평가결과를 제시하였다. 평가결과를 살펴보면 모델의 변별력이 약해 평가요소와 실제 경쟁력간의 인과관계 등에 대한 보다 집중적인 연구가 필요함을 알 수 있다.

성웅현[11]은 기존 평점평가의 문제점을 보완하고 개선하기 위해서 기술종합지수를 개발하였다. 기술평가에서 널리 사용되는 평점평가방법은 해당 기술의 절대적인 경쟁력을 평가하는데 유용하게 사용될 수 있으나, 기술의 상대적인 경쟁력을 표현하기 위해서 기술종합지수를 함께 적용하는 것이 보다 적절하다는 결론을 제시하였다.

이삼열 외[12]는 국내 정보통신 분야의 대표적인 평가시스템이라 할 수 있는 정보통신 이전기술 등급평가를 연구대상으로 선정하여 해당 평가지표를 개선하였다. 축적된 3개년 기술평가 데이터를 대상으로 탐색적 요인분석 및 확증적 요인분석을 실시하여 해당 평가지표들이 가지고 있는 문제점을 분석하였고, 최종적으로 기술성, 시장성, 규제요인의 3요인 평가지표 체계를 제시하였다.

기술보증기금에서는 2005년부터 기술평가등급모형(KTRS)을 개발 및 특허출원하여 실무에 적용하고 있다.

기술평가등급모형(KTRS)는 기술 또는 기술을 보유한 기업의 기술사업화가능성을 기술성, 시장성, 사업성, 기타 경영환경 측면에서 평가하고 평가한 결과를 등급으로 산출하는 모형이다. 기술보증기금은 평가의 정확성 및 신뢰성 향상을 위해 등급평가모형을 지속적으로 개선 및 개발하고 있다.

선행연구들을 살펴보았을 때 대부분의 연구들에서 전문가 의견 반영을 위한 평가항목을 개발했음을 알 수 있다. 본 연구에서도 델파이기법, 요인분석 및 AHP를 활용하여 국방 R&D기술 평가 시 반드시 고려해야 할 평가항목을 개발하였고 이를 통해 전문가 의견을 점수화하여 반영할 수 있도록 하였다. 또한 본 연구에서는 정량적 데이터를 다중회귀모형을 통해 분석하여 기술개발기관의 기술 수익창출력을 고려한 기술 등급평가가 가능하도록 하였다.

3. 국방 R&D기술 등급평가 모형

3.1 연구모형 설정

본 연구에서는 국방 R&D기술 평가 시 기술이 창출하는 수익을 고려하고 기술에 대한 전문가 의견을 반영할 수 있는 등급평가모형을 제시하였다. 국방 R&D기술 등급평가는 다음의 Fig. 1과 같은 절차로 진행될 수 있도록 하였다. 즉, 국방 R&D기술 평가 시, 기술수익지수와 기술력평가지수를 각각 산출한 후, 두 지수의 가중평균을 계산하여 그 크기에 따라 등급을 산출한다. 기술수익지수는 기술의 수익성을 반영하기 위해 포함한 평가요소로, 기술료수입을 종속변수로 하는 다중회귀모형을 이용하여 산출한다. 기술력평가지수는 국방 R&D기술 가치에 대한 전문가 의견을 다각적 측면에서 반영하기 위한 평가요소로 델파이기법, 요인분석 및 AHP모형을 활용하여 전문가 의견을 정량화하여 도출한다.

3.2 기술수익지수

기술개발기관이 기술을 통해 수익을 창출하는 능력을 반영하기 위해 기술수익지수를 개발하였다. 기술개발기관의 기술료수입을 종속변수로 하는 다중회귀모형을 적용하여 도출하는데, 모형을 통해 예측되는 기술료수입이 클수록 높은 기술수익지수가 산출된다. 기술구매자가 기술개발기관의 기술을 신뢰해야 기술이 판매될 수 있으므로, 높은 기술료수입을 창출하는 기관은 기술시장에서 높은 브랜드가치를 가지고 있다고 볼 수 있다. 조성표·류지호[13]에 따르면 브랜드 자산 구축 시 연구개발지출 등 무형자산지출은 이익관련성이 높다. 이러한 실증분석 결과를 볼 때 높은 기술료수입을 창출하는 기관의 기술은 더 높은 가격으로 기술시장에서 거래될 수 있다고 볼 수 있다. 따라서 기술개발기관의 명성에 따라 영향을 받는 기술의 수익성을 고려하기 위해 기술수익지수를 개발하였다.

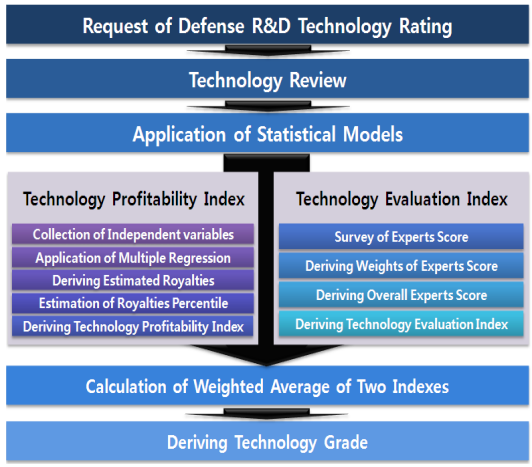

Fig. 1. The R&D Technology Rating Process

3.2.1 데이터 설정

2013년 산업통상자원부가 종합한 공공기술이전·사업화 현황 데이터(2012년 연말 기준 데이터, 총 275개 기관) 중 공공기술이전·사업화를 통한 기술료수입이 있는 160개 기관 데이터를 예비 분석 대상으로 하였다. 그리고 이 중 극단적으로 높은 기술료수입을 창출한 2개 기관의 데이터는 제외(기술료수입 상위 1% 제외)하였다. 이에 최종적으로 158개 기관의 2012년 공공기술이전·사업화 현황 데이터 사용하여 다중회귀분석을 수행하였다. 본 연구에서는 기술개발기관의 연간 기술료수입(Royalty Income)을 종속변수로 두고, 기술료수입에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 독립변수들을 추출하여 다중회귀모형을 구성하였다. 독립변수는 연구개발비, 발명건수, 기술홍보자료건수 및 업적반영률(R&D Expenses, Invention Report, PR 및 Scoring Rate)이다. 다중회귀모형에 포함되는 종속변수와 독립변수 관련 상세설명은 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Variables and Description

Variable	Description
Royalty Income	Annual gross royalty income (Unit : One Million Won)
R&D Expenses	Annual gross R&D expenses (Unit : One Million Won)
Invention Report	The number of annual new invention
PR	The number of annual technology promotional materials
Scoring Rate	When evaluating the achievements of researchers, scoring the maximum percentage of technology transfer/ commercialization results compared to papers submitted (Unit : %)

각 변수별 요약 통계량은 Table 2와 같다.

Table 2. Variable Summary Statistics

Variable	Mean	Standard Deviation	min	Max
Royalty Income	764	1,394	1	7,264
R&D Expenses	63,998	138,064	0	1,504,700
Invention Report	155	205	0	1,381
PR	33	214	0	2,580
Scoring Rate	75	76	0	400

3.2.2 다중공선성 존재 유무 분석

다중회귀분석을 적용할 경우에는 독립변수들 간 다중공선성이 존재하는지 살펴보아야 한다. 다중공선성은 회귀분석에서 독립변수들 간의 다중적인 상관관계이다. 즉, 다중공선성의 정도를 살펴본다는 것은 두 변수의 상관계수를 계산하는 것보다 넓은 개념으로, 특정 독립변수가 다른 독립변수들에 의해 설명되는 부분이 크다면 다중공선성이 심각하게 존재하여 그 변수를 독립변수로 사용할 필요가 없다는 결론을 내릴 수 있다.

본 연구의 다중회귀모형에 포함할 독립변수들을 살펴보면 변수 특성상 다중공선성이 나타날 가능성을 배제할 수 없다. 다중공선성의 존재 여부는 VIF(분산팽창계수) 분석을 통해 확인가능하다. VIF(분산팽창계수)가 10 이상이면 다중공선성이 변수 삭제를 고려해볼 만큼 높은 수준임을 의미한다[14]. VIF분석결과, 연구개발비, 발명건수, 기술홍보자료건수 및 업적반영률의 VIF는 2이하의 값을 가져 다중공선성 문제가 없음을 확인하였다. 이에 상기의 독립변수들을 모두 사용하여 다중회귀분석을 진행하였다. VIF분석 상세결과는 Table 3과 같다.

Table 3. VIF

Variable	VIF	1/VIF
R&D Expenses	1.35	0.740189
Invention Report	1.52	0.659099
PR	1.11	0.903641
Scoring Rate	1.05	0.952636
Average VIF	1.26	-

3.2.3 다중회귀분석 적용

본 연구에서는 기술료수입을 종속변수로 둔 후, 기술료수입에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 독립변수들을 활용하여 다중회귀모형을 구성하였다. 회귀분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Results of Multiple Regression Analysis

Independent Variable	Regression Coefficient [t-value]
R&D Expenses	0.0014** [2.20]
Invention Report	3.8065*** [8.22]
PR	0.7708** [2.03]
Scoring Rate	3.2165*** [3.10]
Coefficient of Determination	0.5325
Adjusted Coefficient of Determination	0.5203
N. of cases	158

▶ ***, ** and * indicates significance at the 1%, 5% and 10% significance level

다중회귀분석결과를 살펴보면 결정계수 및 조정결정계수 값이 50% 중반 정도이므로 전체 모형의 설명력이 높은 편이라 볼 수 있다. Cohen[15]에 따르면 결정계수가 13%이상이면 회귀모형이 유효하다. 또한 모든 독립변수들(연구개발비, 발명건수, 기술홍보자료건수, 업적반영률) 각각이 2이상의 높은 t값을 가져 기술료수입에 통계적으로 유의한 영향력을 갖는 변수임을 알 수 있다. 따라서 도출한 다중회귀모형은 기술료수입을 설명하기에 적절한 모형이라고 할 수 있다. 회귀계수가 양수(+)이므로 각 독립변수들이 증가할수록 기술료수입이 증가함을 알 수 있는데, 한 예로 본 회귀모형에 따르면 발명건수 1건 증가는 기술료수입을 3.8065백만원 증가하게 한다.

이는 아래와 같은 다중회귀식으로 표현 가능하며, 도출된 회귀식을 통해 특정기관의 기술료수입 예측치를 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{기술료수입}_i = & -186.2975 \\ & + 0.0014 \bullet \text{연구개발비}_i \\ & + 3.8065 \bullet \text{발명신고수}_i \\ & + 0.7708 \bullet \text{기술홍보자료발간건수}_i \\ & + 3.2165 \bullet \text{업적반영률} i \end{aligned}$$

3.2.4 기술수익지수 도출

앞서 도출한 다중회귀모형을 통해 기술료수입의 예측치를 계산하고 나면, 기술료수입 예측치가 과거연도의 실제 기술료수입 분포도를 고려했을 때 어느 정도 큰 값을 갖는지 알 수 있다. 과거연도 실제 기술료수입 데이터에 기술료수입 예측치를 포함한 후, 기술료수입 예측치의 백분위가 어느 정도 되는지 계산하여 0에서 100사이의 값으로 나타내고 이를 기술수익지수라 명명한다.

본 연구에서 사용한 2012년 기술료수입 데이터의 백분위를 살펴보면 Table 5와 같다. 예를 들어, 회귀분석을 통해 특정기관의 기술료수입 예측치가 3,055백만원으로 계산되었다면, 3,055백만원에 대응하는 Table 5의 백분위를 이용하여 기술수익지수를 산출할 수 있고, 그 값은 90이다.

Table 5. Percentile of Royalty Income

2012 Royalty Income	
Percentile	Annual gross Royalty Income (Unit : One Million Won)
1%	1
5%	7
10%	10
25%	29
50%	125
75%	709
90%	3,055
95%	4,022
99%	7,100

3.3 기술력평가지수

국방 R&D기술 가치에 대한 전문가 의견을 다각적 측면에서 반영하기 위한 평가요소로 기술력평가지수를 개발하였다. 기술력평가지수는 국방 R&D기술 평가 시 반드시 고려되어야 할 평가항목에 대한 전문가들의 의견을 점수화하여 산출한다. 국방 R&D기술 평가항목을 개발하기 위해서 델파이기법을 적용하여 전문가들의 의견을 반영하였고, AHP 및 요인분석기법을 적용하여 평가항목을 구조화하였다. 평가항목 구조화 결과를 바탕으로 최종적인 대항목과 세부항목을 확정하였다.

3.3.1 평가항목 개발을 위한 설문

전문가 의견 반영을 위해 1차, 2차에 걸쳐 진행한 설문조사는 국방 분야 전문가 31명이 참여하였다. 국방 분야 정부부처 및 공공기관에서 국방기술 전문가 7명, 국방기술평가 전문가 7명이 참여하였고, 방산제품을 생산하는 대기업 및 중소기업에서 17명의 전문가가 참여하였다.

3.3.1.1 1차 델파이 설문조사

선정된 전문가들에게 본 연구에 대한 설명을 하고 사전에 관련 문헌을 공유한 후, 2015년 7월 15일부터 7월 31일까지 1차 델파이 설문조사를 실시하였다. 1차 델파이 설문조사 시 국방 R&D기술 평가에 사용가능한 56개 항목이 검토되었으며, 전문가들의 설문 응답을 종합하여 그 중에서도 중요하게 고려되어야 할 항목을 예비평가항목으로 선정하였다. 총 39개의 예비평가항목이 선정되었으며 해당 항목들은 2차 델파이 설문조사에서 재검토되었다.

3.3.1.2 2차 델파이 설문조사

1차 델파이 설문조사 결과 도출된 평가지표들에 대해 전문가들이 부여하는 중요도를 살펴보고자 2015년 8월 6일에서부터 8월 13일까지 2차 델파이 설문조사를 실시하였고, 해당 평가항목의 중요도 설문을 위해 9점 리커트(Likert) 척도를 활용하였다. 9점 리커트(Likert) 척도 활용을 통해 보다 구체적인 전문가 의견을 반영할 수 있었다. 2차 델파이 설문조사 결과, 추가적인 설문 필요를 판단하는 변이계수의 경우, 모든 평가지표에 대해 0.5이하로 계산되어 추가적인 설문은 불필요한 것으로 판단되었다. 한편, 평가지표가 평가하고자 하는 내용을 얼마나 잘 대표하는지 평가하는 내용타당도(CVR)가 0.33이상(설문대상 30명 기준 최솟값)인 평가항목을 적절한 항목으로 판단하였다. 그리고 적절하다고 판단된 평가항목

Table 6. Results of Factor Analysis

Factor / Detailed Evaluation Items	Factor Loading				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Enhancement of Defense Power	0.715	0.214	0.051	0.087	-0.180
Enhancement of Operational Capability	0.976	0.078	0.042	0.024	-0.068
Improvement of Defense Power efficiency	0.892	0.081	-0.119	0.163	0.137
Improvement of Combat Effectiveness	0.698	0.050	0.160	0.118	-0.110
Improvement of Weapon System Performance	0.486	0.689	-0.081	-0.084	0.224
Contribution to Localization	0.035	0.908	0.135	0.160	0.068
Enhancement of Weapons Capability Improvement	0.388	0.609	-0.208	0.263	0.034
Innovation of Technology	-0.039	-0.344	0.772	0.039	0.123
Substitutability of Imports	0.023	0.340	0.594	0.217	-0.246
Possibility of Development of New Product	0.044	0.194	0.854	0.207	-0.112
Improvement of Capacity Utilization	0.410	0.283	0.180	0.558	0.120
Improvement of Exports of Defense Sector	0.138	0.137	0.213	0.864	-0.009
Technology Level	-0.041	0.223	-0.048	-0.248	0.763
Technology Competitiveness	-0.031	0.033	-0.060	0.329	0.756
Eigenvalue	5.309	2.914	2.415	1.525	1.315
Cumulative	0.319	0.495	0.640	0.732	0.811

중 중요도가 높다고 평가된 상위 20개의 평가항목을 요인분석 대상 평가항목으로 선정하였다.

3.3.2 요인분석 및 AHP 적용

전술한 전문가 설문을 통해 선정된 국방 R&D기술 평가용 항목들을 대상으로 요인분석을 실시하여, 평가항목들을 상호연관성에 따라 구조화·계층화하는 작업을 수행하였다. 요인분석은 내재된 요인추출, 요인 수 결정, 요인 회전, 결과 분석 및 해석의 과정으로 구성된다. 요인분석 시 요인 추출에는 주축요인추출법을 사용하였고, 요인 회전에는 일반적으로 널리 쓰이는 배리맥스(Varimax) 직각회전을 적용하였다. 분석결과, 고윳값(Eigenvalue)이 최소 1.0 이상인 요인들을 선정하였으며, 선정된 요인 내에서 요인적재값(Factor Loading)이 0.5 이상인 평가항목들을 유의미한 항목으로 보고 구조화하였다. 최종적으로, 평가항목의 요인분석 결과는 Table 6과 같다.

요인분석 결과를 바탕으로 5개 요인을 대항목으로 설정하였고, 5개 요인으로 설명 가능한 14개 항목을 세부항목으로 설정하여 평가항목을 구조화하였다. 평가항목을 구조화한 결과는 Fig. 2와 같다. 첫 번째 요인은 전력증강 기여도, 작전 능력 증대, 전력 효율성 향상, 전투효과 향상의 세부평가항목이 포함되어 '군사안보성'으로 정의하였다. 두 번째 요인은 무기체계 성능향상, 국산화 기여도, 무기체계 개량 능력 향상 항목이 포함되어 '파급성'으로 정의하였다. 세 번째 요인은 기술의 혁신성, 수입 대체성, 신규 제품개발 가능성 항목이 포함되어 '시장성'으로 정의하였다. 네 번째 요인은 가동률 향상, 방위산업 수출역량 향상 항목이 포함되어 '산업성'으로 정의하였다. 마지막으로 다섯 번째 요인에는 기술수준 및 기술경쟁력이 포함되어 '기술성'으로 정의하였다.

3.3.3 기술력평가지수 도출

앞서 도출한 평가항목들은 기술평가 시 반드시 고려해야 할 항목이므로, 해당 항목들로 구성한 설문지를 전문가들에게 배포, 평가대상기술에 대한 각 세부항목들의 평가점수 및 항목별 중요도에 대한 가중치에 대한 응답을 받았다. 가중치는 일반적인 AHP계산방식에 따라 쌍

Fig. 2. Evaluation Items of Technology Evaluation Index

대비교 설문의 결과를 행렬화한 후 행렬의 곱으로 계산하였다. 가중치 산출 시 CR(일관성 지수)를 고려하였다. 이러한 방식으로 전문가들이 설문에 응답한 결과를 종합하여 평가대상기술에 대한 기술력평가지수를 산출한다.

점수 산출과정은 다음의 식과 같으며 0에서 100사이의 값을 도출한다.

$$\sum_i (w_{Major\ i} \times w_{Minor\ i} \times n_i)$$

$w_{Major\ i}$: 해당 대항목의 가중치

$w_{Minor\ i}$: 해당 세부항목의 가중치

n_i : 해당 세부항목의 평가점수

3.4 등급 도출

기술수익지수와 기술력평가지수의 중요도를 고려하여 두 지수의 가중평균을 구하고, 그 크기에 따라 기술등급을 산출한다.

먼저, 기술수익지수와 기술력평가지수의 가중평균은 아래와 같은 식으로 구할 수 있다.

가중평균 = $W_{기술수익지수}$ × 기술수익지수
+ $W_{기술력평가지수}$ × 기술력평가지수
(단, $W_{기술수익지수}$ + $W_{기술력평가지수}$ = 1)

각 지수별로 가중치를 부여하여 가중평균을 구하고 그 값을 통해 기술 등급을 도출하는 방식은 기술보증기금의 기술평가등급모형(KTRS)에서도 사용되는 방식이다.

기술수익지수와 기술력평가지수의 가중치는 10명의 기술가치평가 전문가들의 의견을 참조하여 각각 0.1, 0.9로 산정하였다.

산출된 기술수익지수와 기술력평가지수의 가중평균에 대해 Table 7과 같은 등급표를 적용하여 점수별 기술등급을 도출한다. 과거 문헌 및 사례조사를 참조하여 등급표를 구성하고 10명의 기술가치평가 전문가들의 의견을 참조하여 최종 확정하였다.

Table 7. Table of Rating

Rating	Score
AAA	95 or more
AA	90 or more, but less than 95
A	85 or more, but less than 90
BBB	80 or more, but less than 85
BB	75 or more, but less than 80
B	70 or more, but less than 75
CCC	65 or more, but less than 70
CC	60 or more, but less than 65
C	less than 60

4. 모형 적용 연구

본 장에서는 국방 R&D기술 등급평가 방법론을 적용한 기술 등급평가 사례를 간략히 살펴보고자 한다. 감시·정찰 무기체계와 관련하여 국내 주요 연구기관이 연구개발하여 보유 중인 국방기술 A를 대상으로 평가를 수행하였다. 이러한 간략한 모형 적용 연구를 통해 방법론의 실무 적용가능성 및 타당성을 검증하고자 하였다.

4.1 기술수익지수 산출

기술개발기관의 연구개발비, 발명건수, 기술홍보자료 건수 및 업적반영률을 활용하여 기술료수입 예측치를 계산한 결과 3,265백만원이 도출되었다. 실제 기술료수입 데이터의 분포 상에서 봤을 때 3,265백만원의 백분위는 91이다. 이에 따라 0 에서 100 사이의 값을 가지는 기술수익지수는 91점으로 산출되었다.

4.2 기술력평가지수 산출

대상 기술인 A기술에 대한 국방 전문가집단의 의견을 체계적으로 반영하기 위해, 앞서 도출한 14개의 평가항목을 활용하여 전문가 설문을 실시하였다. 전문가 설문을 통해 평가된 점수는 100점을 기준으로 80점이 산정되었으며 구체적인 결과는 Table 8에 제시하였다. 따라서 기술력평가지수는 80점이다.

4.3 최종 기술등급 도출

기술수익지수와 기술력평가지수를 가중평균하여 산출된 점수를 기준으로 기술등급을 도출한다. 만약 기술수익지수에 0.1, 기술력평가지수에 0.9의 가중치를 부여한다면, A기술의 평가점수는 81.1점이 된다. 이 경우 A기술은 BBB등급으로 평가된다. 이러한 등급평가방법을 통해 국방기술에 대한 보다 신속하고도 체계적인 평가가 가능해질 것이고, 평가결과는 국방 R&D예산 배분 및 기술이전 사업화 등 국방 분야의 다양한 업무에 활용될 수 있을 것이다.

Table 8. Calculation of Technology Evaluation Index

Major Items	Weighting of Major Items	CR	Detailed Evaluation Items	Weighting of Detailed Items	CR	Weighting	Score (0 ~ 5)	Score (0 ~ 100)
Military Security	0.4113	0.0743	Enhancement of Defense Power	0.4035	0.0602	0.1659	4.2857	80
			Enhancement of Operational Capability	0.2543		0.1046	4.4286	
			Improvement of Defense Power efficiency	0.1327		0.0546	4.1429	
			Improvement of Combat Effectiveness	0.2094		0.0861	4.4286	
Military Impact	0.2807		Improvement of Weapon System Performance	0.5776	0.0374	0.1621	3.8571	
			Enhancement of Weapons Capability Improvement	0.1972		0.0553	3.5714	
			Contribution to Localization	0.2253		0.0632	3.7143	
Marketability	0.1059		Substitutability of Imports	0.5546	0.0304	0.0588	4.0000	
			Possibility of Development of New Product	0.2204		0.0233	3.8571	
			Innovation of Technology	0.2250		0.0238	2.8571	
Industrial Impact	0.0481		Improvement of Exports of Defense Sector	0.5714	-	0.0275	3.0000	
			Improvement of Capacity Utilization	0.4286		0.0206	3.2857	
Technicality	0.1540		Technology Level	0.5833	-	0.0898	4.1429	
			Technology Competitiveness	0.4167		0.0642	3.8571	

5. 결 론

기술의 급속한 발전과 확산은 사회 구조와 개인 생활에 커다란 영향을 미치고 있다. 이러한 기술 발전에 따라 기술이 가져오게 될 사회적·경제적 결과를 사전에 측정하여 기술 보유 여부를 판단할 수 있도록 하는 기술평가의 중요성이 증대되고 있는 상황이다. 국방 분야에서도 국방기술의 가치에 대해 과학적으로 평가하려는 시도들이 계속되고 있으나, 국방 R&D기술의 등급평가 방법에 대한 논의는 거의 이루어지지 않았다. 이에 본 연구에서는 국방 R&D기술에 대한 체계적 평가를 수행하여 기술의 중요도에 따른 등급을 산출할 수 있는 방법론을 제시하였다.

본 연구에서는 기술이 창출하는 수익을 고려하는 동시에 전문가들의 평가대상기술에 대한 의견을 정량화하여 반영할 수 있는 방법론을 개발하였다. 기술이 창출하는 수익을 고려하기 위해서 기술료수입을 종속변수로 하는 다중회귀모형을 구성하였고, 도출한 다중회귀식을 통해 기술료수입의 예측치를 산출한 후 그 값을 기술수익지수 도출에 활용하였다. 또한 전문가들의 평가대상기술에 대한 의견을 정량적으로 반영하기 위해 델파이법을 활용하여 기술평가 시 반드시 고려되어야 할 평가항목을 선정하였으며, 요인분석을 통해 각 평가항목들을 설명할 수 있는 5개 요인을 추출하였다. AHP를 활용하여 5개 요인은 대항목으로, 각 요인으로 설명가능한 14개 항목은 세부항목으로 설정하여 평가항목을 구조화하였다. 구조화된 평가항목들은 기술평가 시 반드시 고려해야 할 항목이므로, 해당 항목들로 구성한 설문지를 전문가들에게 배포, 평가대상기술에 대한 각 세부항목 평가점수 및 항목별 중요도에 대한 가중치를 구하여 평가대상기술의 기술력평가지수를 산출한다. 다중회귀분석을 통해 도출한 기술수익지수와 전문가의견 반영을 통해 산출한 기술력평가지수의 가중평균을 구한 후, 가중평균의 크기에 따라 기술 등급을 도출한다.

전술하였듯이, 사회의 여러 분야에서 과학적이고 객관적인 기술평가를 수행하기 위해 기술등급평가방법론을 개발하여 사용하고 있지만, 이러한 추세에도 불구하고 국방 분야에서는 기술등급을 측정할 방법론이 없었다. 따라서 본 연구는 국방 분야에서 처음으로 기술등급평가를 도입했다는 점에서 의의를 가진다. 또한 본 연구를 통해 개발된 국방 R&D기술 등급평가 방법론을 실무에 적용하게 되면, 국방 연구개발 관련 정책담당자에게 객관적이고 정량적인 기술의 가치 판단 기준을 제공하여 핵심기술 조기 발굴 및 효율적인 R&D예산 배분에 기여할 수 있다. 그리고 본 방법론을 통해 체계적으로 기술을 평가한 결과를 활용하면, 보다 공정한 기술거래가 이루어질 수 있으므로 국방 R&D분야의 기술이전 활성화 업무에도 적용할 수 있을 것이라 판단된다.

향후, 본 방법론을 활용하여 다양한 국방 R&D기술을 시범적으로 평가한 후, 개선 및 보완사항을 파악하여 보다 정교한 국방 R&D기술 등급평가 방법론을 개발하고자 한다. 특히 기술수익지수와 기술력평가지수의 가중치 및 등급표의 등급 구간은 보다 많은 기술에 대한 평가를 수행한 후, 그 결과를 반영하여 재설정해야 할 것이라 생각된다.

References

[1] Department of Defense, “2014-2028 Defense Science and Technology Policy Document”, 2014.

[2] Defense Agency for Technology and Quality, “Defense Science and Technology Survey”, 2013.

[3] J. S. Lee, T. Y. Joung, “The research of Defense Technology Valuation Model”, Proceedings of the KIIE and KORMS Spring Conference, pp. 1-33, 2010.

[4] Chan Soo Kim, Kyu-Kab Cho, “The Improvement on Proposal Evaluation System of National Defense Core Technology R&D Projects”, Journal of Technology Innovation, vol. 15, no. 2, pp. 123-152, 2007.

[5] Chan Soo Kim, Kyu-Kab Cho, “A Study on the Development of Evaluation Indicators for the Proposals of National Defense Core-Technology R&D Projects”, IE Interfaces, vol. 21, no. 1, pp. 96-108, 2008.

[6] Hyung Jun Lee, Woo-Je Kim, Chan Soo Kim, “A Study on Developing the Performance Evaluation Indicators of Defense R&D Test Development Projects”, IE interfaces, vol. 23, no. 1, pp. 78-88, 2010.

[7] N. H. Cho, J. S. Park, H. M.. Lee, “A Study on Improvement of Offset Evaluation”, The Quarterly Journal of Defense Policy Studies, vol. 72, pp. 215-253, 2006.

[8] W. J. Jang, T. Y. Joung, “The Defense Offset Valuation Model”, The DISAM Journal of International Security Assistance Management, vol. 29, no. 4, pp. 91-101, 2007.

[9] Seoksoo Hong, Jae-Hyun Seo, “Development of the Technology Valuation Analysis Indicators Using the Delphi Method in the Offset Program, Journal of Korea Technology Innovation Society, vol. 16, no. 1, pp. 252-278, 2013.

[10] J. O. Park, "Technology Rating Model and related

Examples", Journal of Korea Technology Innovation Society, vol. 3, no. 1, pp. 55-67, 2000.

[11] Oong-Hyun, Sung, "A Study on Technology Ranking Valuation Using Technology Composite Index", vol. 8, no. 2, pp. 583-604, 2005.

[12] Sam Youl Lee, Hak Jin Kim, Sang Yoon Kim, Kye Yeong Jun, "A Study on the Technology Evaluation System for Information Technology Transfer in Korea", KAPAE, vol. 18, no. 4, pp. 141-164, 2008.

[13] Seong Pyo Cho, Ji Ho Ryu, "Brand Familiarity and Differential Earning Effect of Advertising and R&D Expenditures", vol. 31, no. 4, pp. 25-52, 2006.

[14] H. S. Lee, J. H. Lim, SPSS 20.0 Manual, pp342, JypHyunJae Publishing Co, 2013.

[15] Cohen, J, Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd edition), Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

정 유 진(You-Jin Jung) **[정회원]**

- 2009년 8월 : 서강대학교 경영학과 (경영학사, 경제학사)
- 2013년 2월 : KAIST 경영공학과 (경영공학 석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>
기술경영, 기술평가, 절충교역, 국방기술

김 준 영(Joon-Young Kim) **[정회원]**

- 2006년 2월 : 성균관대학교 시스템경영공학과 (시스템경영공학사)
- 2008년 2월 : 포항공과대학교 산업경영학과 (산업경영학 석사)
- 2008년 1월 ~ 2011년 11월 : ㈜한국항공우주산업 선임연구원
- 2014년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>
기술평가, 절충교역, 산학연 협력, 산업경영

정 태 윤(Tae-Yun Joung) **[정회원]**

- 1988년 2월 : 한양대학교 기계공학과 (기계공학사)
- 1988년 3월 ~ 현재 : 국방기술품질원 책임연구원

<관심분야>
기술평가, 절충교역, 국방정책